



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Ingeniería Industrial

Unidad de Posgrado

**Construcción experimental de jardines verticales y su
relación con el confort termohigrométrico en
ambientes cerrados**

TESIS

Para optar el Grado Académico de Doctor en Ingeniería Industrial

AUTOR

Mario Vicente CABRERA VALLEJO

ASESOR

Dra. Jorge Luis INCHE MITMA

Lima, Perú

2016

Referencia bibliográfica

Cabrera, M. (2016). *Construcción experimental de jardines verticales y su relación con el confort termohigrométrico en ambientes cerrados*. [Tesis de doctorado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Industrial, Unidad de Posgrado]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

ACTA DE SUSTENTACIÓN N° 08-UPG-FII-2016


**SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO
DE DOCTOR EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**


En la ciudad de Lima, del día seis del mes de Diciembre de dos mil dieciséis, siendo las once horas, en acto público se instaló el Jurado Examinador para la Sustentación de la Tesis intitulada: **"CONSTRUCCIÓN EXPERIMENTAL DE JARDINES VERTICALES Y SU RELACIÓN CON EL CONFORT TERMOHIGROMÉTRICO EN AMBIENTES CERRADOS"**, para optar el Grado Académico de Doctor en Ingeniería Industrial.

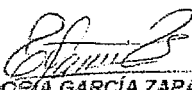
Luego de la exposición y absueltas las preguntas del Jurado Examinador se procedió a la calificación individual y secreta, habiendo sido APROBADO con la calificación de MUY BUENO

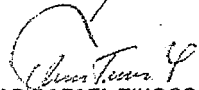
El Jurado recomienda que la Facultad acuerde el otorgamiento del Grado Académico de Doctor en Ingeniería Industrial, al **Mg. CABRERA VALLEJO MARIO VICENTE**.

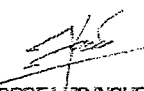
En señal de conformidad, siendo las 12:25 horas se suscribe la presente acta en cuatro ejemplares, dándose por concluido el acto.


Dr. ALFONSO RAMÓN CHUNG PINZÁS
Presidente


Dr. JUAN MANUEL CEVALLOS AMPUERO
Miembro


Dr. TEONILA DORÍA GARCÍA ZAPATA
Miembro


Dr. OSCAR RAFAEL TINOCO GÓMEZ
Miembro


Dra. JORGE LUIS INCHE MITMA
Asesor

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo mejorar las condiciones termohigrométricas en ambientes cerrados, a través de la Implementación de dos prototipos de jardines verticales, uno conformado por helechos y otro por una asociación de plantas dentro de las cabinas de ensayo construidas de cemento armado de las mismas características, la una con jardín y la otra sin jardín vertical, las dimensiones de las cabinas son: largo de 3,25 m , ancho de 1,75 y altura de la parte frontal 2m, la partes posterior de las cabinas de 2,70 m con techo de zinc, cielo raso , ventanas de un 1 metro cuadrado y puertas de madera. Para la determinación de las plantas se tomó como referencia los vegetales estudiados y recomendados por la NASA, que purifican el aire de interiores, las cuales son: el primer prototipo de jardín vertical de helechos (*Nephrolepis exaltata*), en el segundo prototipo la asociación de plantas de cuatro especies como son: Helechos (*Nephrolepis exaltata*), Cintas (*Chlorophytum comosum*), Hiedra (*Hedera hélix*) y Espada de San Jorge (*Sansevieria trifasciata*).

Se realizó el registro de las condiciones ambientales con el equipo Questem p°34, por 5 días, para un volumen de la cabina de 15,35m³ y una área de 4 m² de jardín, estas son: la temperatura del bulbo húmedo (Tbh°C), temperatura de bulbo seco (Tbs°C), temperatura de globo (Tg°C), humedad relativa (%Hr), temperatura global de bulbo húmedo para interiores (TGBHi°C) y velocidad del aire (v m/s), en las cabinas de ensayo con prototipo y sin prototipo de jardín vertical en convección natural y forzada.

De acuerdo al análisis estadístico de correlación de Pearson se concluye que con la implementación del prototipo de jardín vertical de asociación de plantas se tiene cambios en las condiciones termohigrométricas en ambientes cerrados en convección natural y forzada.

Se recomienda utilizar jardines pasivos construidos con helechos o con varias plantas pero con convección forzada para permitir una recirculación de aire adecuado, reduciendo el efecto de calor, produciendo oxígeno y aportando una mejor estética al ambiente laboral.

Palabras claves:

Condiciones termohigrométricas, ambientes cerrados, asociación de plantas, temperatura global de bulbo húmedo para interiores, convección natural y forzada, jardines pasivos.

ABSTRACT

This research aims to improve humidity conditions indoors, through the implementation of two prototypes of vertical gardens, one consisting of ferns and another by an association of plants inside cabins test constructed of reinforced concrete of the same characteristics, one with and one without garden vertical garden, the dimensions of the cabins are: length 3.25 m, width 1.75 height 2m front, the rear of the cabins 2.70 m with zinc roof, ceiling, windows of a 1 square meter wooden doors. For the determination of the plants it was taken as reference plants studied and recommended by NASA to purify indoor air, which are: the first prototype of vertical garden of ferns (*Nephrolepis exaltata*) in the second prototype Association plants such as four species: Ferns (*Nephrolepis exaltata*), Cintas (*Chlorophytum comosum*), Ivy (*Hedera helix*) and Sword of St. George (*Sansevieria trifasciata*).

Registration of environmental conditions was performed with the Questem p 34, equipment for 5 days for a cabin volume of 15,35m³ and an area of 4 m² of garden, these are the wet bulb temperature ($T_{bh} \text{ } ^\circ \text{C}$), dry bulb temperature ($T_{bs} \text{ } ^\circ \text{C}$), globe temperature ($T_g \text{ } ^\circ \text{C}$), relative humidity (% RH), the global wet bulb temperature indoor ($TGBHi \text{ } ^\circ \text{C}$) and air velocity ($v_m \text{ / s}$) and in the cabins test with prototype prototype without vertical garden in natural and forced convection.

According to statistical analysis Pearson correlation concludes that with the implementation of the prototype of vertical garden plant association have changes in temperature and humidity conditions indoors in natural and forced convection.

It is recommended to use passive gardens built with ferns or several plants but with forced convection to allow adequate air circulation, reducing the effect of heat, producing oxygen and providing a better working environment aesthetics.

Key words:

Temperature and humidity conditions, indoors, plant association, global temperature wet bulb indoor, natural and forced convection, liabilities gardens.